

7. Цветков В.Д. Система автоматизации проектирования технологических процессов / В.Д. Цветков. - М.: Машиностроение, 1972. – 240 с.

Sergey Anastasenko, Ivan Grigyrko, Victor Ohsovsrsy, Vasily Bydyrov

Pervomayskiy politehniczny institut Mikolaiivskogo natsionalnogo universitetu korablebuduvannya IM. adm. Makarova.

Modernization of knots of the equipment for machining of a sleeve of cylinders of the engine on lathes of an obsolete design

In article modernization of lathes of an outdated design with reconstruction of hydrocopy calipers is provided for machining of a cylinder liner of the engine and the device for the automated loading, fastening and removal of preparations.

At design development at plant it is possible to consider production capabilities of maintenance and tool shops to which the problem of re-equipment of machines and careful calculation of economic indicators which define profitability of reconstruction and extent of automation is assigned. In many cases at automation of machines for work behind the closed cycle production of simple details is recommended the pneumomechanical devices combining a mechanical drum drive gear of a caliper with air clamping devices.

Re-equipment of the machine is reduced to installation of tightening cylinders, to production of mandrels and the rotating spindle of the rear grandpa. Cylinders and cranes of steering and shops. Lathe productivity with a hydrocopy caliper and loading organization will increase by 10 times equalizing it with a productivity at manual service, and expenses will pay off approximately in three months.

processing, modernization, automation, working giving, lathe, productions, cutting tool, technological level, hydraulic copy caliper, technical conditions

Одержано 08.04.15

УДК 375.3

**М.С. Когут, проф., д-р техн. наук, Р.В. Гуменюк, канд. техн. наук,
Я.В. Шолудько, канд. техн. наук**

Львівський національний аграрний університет, grv.lnau@gmail.com

Спосіб виготовлення кільцевого шва в циліндрі та оцінка його і термонапруженої арматури за тріщиностійкістю

Запропоновано спосіб виготовлення кільцевого шва в циліндрі на модернізованому зварювальному автоматі А-825М за умови його вертикального базування у пристрої і методику визначення тріщиностійкості кільцевого шва і термонапруженої арматури.

На прикладі досліджень стикових зварних з'єднань із термонапружених арматурних прутків Ø14 мм сталей 35ГС і 25Г2С встановлено зниження до 30% тріщиностійкості (K_{IC}) металу шва порівняно з тріщиностійкістю (K_{IC}) вихідного металу цих сталей відповідно за рахунок впливу залишкових напружень в результаті нагріву після зварювання.

заплавка, стиковий шов, зварне з'єднання, тріщиностійкість

М.С. Когут, проф., д-р техн. наук, Р.В. Гуменюк, канд. техн. наук, Я.В. Шолудько, канд. техн. наук
Львовский национальный аграрный университет

Способ изготовления кольцевого шва в цилиндре та оценка его и термонапряженной арматуры за трещиностойкостью

© М.С. Когут, Р.В. Гуменюк, Я.В. Шолудько, 2015

Предложен способ изготовления кольцевого шва в цилиндре на модернизируемом сварочном автомате А-825М при условии его вертикального базирования в устройстве и методику определения трещиностойкости кольцевого шва и термонапряженной арматуры.

На примере исследований стыковых сварных соединений из термонапряженных арматурных прутков $\varnothing 14$ мм сталей 35ГС и 25Г2С установлено снижение до 30% трещиностойкости (K_{IC}) металла шва по сравнению с трещиностойкостью (K_{IC}) исходного металла этих сталей соответственно за счет влияния остаточных напряжений в результате нагрева после сварки.

заплавка, стыковый шов, сварное соединение, трещиностойкость

Постановка проблеми. На коректність визначення характеристики K_{IC} кільцевих швів для зварних з'єднань впливають: розміри канавки, співвідношення відносного розміру кільцевої тріщини $\epsilon = d/D$, а також чистота металу самого шва. Для забезпечення вище перелічених чинників впливу немалу роль в цьому плані відіграє спосіб одержання якісного (без включень і мікропор) кільцевого шва, шляхом кругового заплавлення кільцевої канавки в циліндрі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для визначення фундаментальної характеристики тріщиностійкості (K_{IC}) зварних з'єднань [1] застосовують різні типи лабораторних зразків (типу пластин, зварених встик прямокутними косими чи шевронними прошарками) [2, 3], які по бокових гранях мають V-подібні надрізи заданої гостроти дна ($\rho \leq 0,1$ мм) і деформують, як правило, на осьовий розтяг.

В той же час ці зразки не завжди забезпечують коректного визначення K_{IC} для більш вязких стикових швів зварних з'єднань через відсутність умов автотемпературності зони передруйнування (розмірів пластичних смуг і тріщини спереду її фронту) у співвідношенні з розмірами випробувального зразка [4].

Більш ефективним, із вищенаведених типів зразків, є циліндричний зразок з поверхневою осесиметричною кільцевою тріщиною, ініційованою за методикою кругового згину при жорстко фіксованому прогині [5], який успішно використовують для визначення K_{IC} крихких і квазікрихких матеріалів при відповідних значеннях діаметрів і розмірах кільцевої тріщини в глиб матеріалу циліндра.

Постановка завдання. Мета роботи – модифікувати циліндричний зразок на аналогічний циліндричний зразок з кільцевою тріщиною в матеріалі кільцевої заплавки, виготовленої шляхом автоматичного заплавлення кільцевої канавки на зварювальному автоматі А-825М, а тріщиностійкість K_{IC} шва та термонапруженої арматури визначити при відповідно розрахованих розмірах канавки (ширини, глибини) при заданих діаметрі та глибині тріщини в циліндрі відповідно.

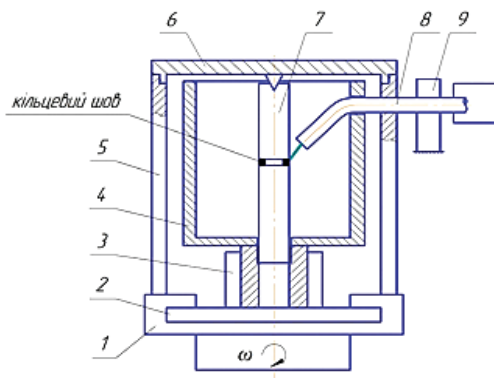
Для виготовлення якісного кільцевого шва операція зварювання потребує спеціальних пристроїв, а процес заплавлення пропонується реалізувати на зварювальному автоматі А-825М. Основна відмінність від відомого способу [6] полягає в тому, що в якості основи циліндричного зразка використано термічно-зміцнені арматурні сталі 35ГС і 25Г2С, де виточену кільцеву канавку в прутках заплавили матеріалом дроту із сталі Св08Г2С, взятого із каталога [7, 8], який за хімічним складом близький до цих сталей.

Виклад основного матеріалу. Пристрій вертикального базування та закріплення циліндричного зразка-заготовки для кругового заплавлення кільцевого шва у кільцеву канавку на зварювальному автоматі А-825М показано на рис. 1.

Маршрут виготовлення кільцевого шва у циліндричному зразку наступний:

- закріпити зразок-заготовку із кільцевою канавкою у вертикальному положенні та затиснути у трюхкулачковому патроні; заправити касету порошковим дротом, марки Св08Г2С $\varnothing 1,6$ мм і підвести мундштук в зону кільцевої канавки; включити привід зварювального автомата А-825М для кругового обертання заготовки та заплавити

кільцеву канавку глибиною 5 мм і висотою 2 мм за оптимально встановленими режимами зварювання:

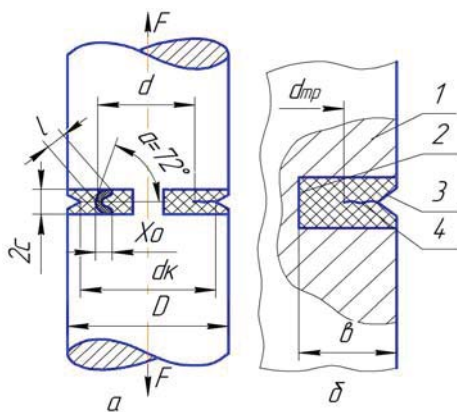


1 – стояк приводу; 2 – поворотний столик; 3 – трьохкулачковий патрон; 4 – кожух захисний; 5 – циліндричний стакан; 6 – кришка; 7 – заготовка під наплавлення; 8 – мундштук зі шлангом автомата; 9 – стійка для закріплення мундштука

Рисунок 1 - Пристрій для вертикального базування та закріплення зразка-заготовки для кругового заплавлення кільцевого шва в кільцевій канавці на автоматі А-825М

200 мм при частотах обертання стола автомата $\omega = 5...60 \text{ с}^{-1}$.

Якщо задатися висотою канавки $2c=2\text{мм}$ і відносним розміром кільцевої тріщини $\varepsilon = d/D = 0,6$, для якого довжину пластичних смуг (ізоклин у її вершині), тобто $2c = l^* \cdot \text{tg}72^\circ \leq 0,035d$, можна підрахувати зовнішній діаметр циліндричного зразка за такою нерівністю:



1 – основа; 2 – кільцева канавка; 3 – кільцевий концентратор; 4 – кільцева тріщина у заправці

Рисунок 2 – Схема осевого розтягу циліндричного зразка з кільцевою тріщиною і форма пластичних смуг у вершині кільцевої тріщини d заправки (а) та його конструктивні елементи (б): $\alpha=72^\circ$ - кут пелюстків смуг (ізоклин); l^* , X_0 – довжина і товщина смуг (ізоклин); v – глибина канавки

- струм постійний, величина струму, 650...700 А, робоча напруга, 30...32 В, виліт електрода, 20 мм, полярність обернена;

- зачистити заплавлений метал від шлаку та бризок, перевірити візуально якість кільцевого шва і зняти зразок заготовки з базувальної позиції для подальшого точіння та шліфування зовнішнього діаметра та нарізання кільцевого концентратора по середині висоти кільцевої заправки.

За описаною послідовністю повторюють маршрут заплавлення кільцевої канавки у наступному циліндричному зразку – заготовці.

Для запобігання попадання частинок зварювального матеріалу на інші вузли зварювального автомата під час заплавлення кільцевої канавки служить захисний мідний кожух 4 з оглядовим вікном.

Пристрій (рис. 2) дозволяє закріплювати циліндричні заготовки діаметром від 8 до

$$C \leq \text{tg}72^\circ \cdot 0,035 \cdot 0,6D \quad (1)$$

Звідки $D \leq 15\text{мм}$, для якого нерівність $2c \leq l^*$ буде достатнім діаметром циліндричного зразка для коректного визначення K_{IC} заплавленого матеріалу стикового зварного з'єднання із термонапружених сталей.

Оскільки матеріал основи циліндра має більшу міцність і твердість ніж заправка, то пластичні смуги, які виникають у вершині замкнутого контуру кільцевої тріщини в процесі його осевого розтягу обмежуються висотою заправки, а тому моделювання роботи більш вязкого матеріалу в об'ємі твердішого та міцнішого – забезпечує крихке руйнування заплавленого матеріалу, тобто коректне визначення шва за тріщиностійкістю K_{IC} .

Розміри випробувальних циліндричних зразків, виготовлених із термонапружених прутків $\text{Ø}16\text{мм}$ двох марок сталей 35ГС і 25Г2С наступні: $D=14 \text{ мм}$, $d_k=12 \text{ мм}$, $d_{mp}=10 \pm 0,2 \text{ мм}$, $2c=2 \text{ мм}$, $v=5 \text{ мм}$, $L=140 \text{ мм}$ (рис. 2). Вихідні кільцеві тріщини в заправці циліндричних зразків ініціювали за

методикою [5]. Матеріал заправки зварювальний дріт $\varnothing=1,6$ мм марки Св08Г2С.

Експерименти на осьовий розтяг циліндричних зразків з кільцевою тріщиною в заправці виконали на розривній машині (фірми Instron) зі швидкістю переміщення рухомого захоплювача $v=2$ мм/хв, де записували діаграму руйнування в координатах сила - деформація ($F-\varepsilon$). Маючи для кожного конкретно розірваного зразка значення $P=P^*$ та вимірявши геометричні параметри циліндричного зразка D , d_{mp} ; $\varepsilon = d_{tr}/D$ тріщиностійкість заливок для сталей 35ГС і 25Г2С підраховували за формулами [9]:

$$K_1 = K_{1C} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}} \cdot \frac{P^* \sqrt{1-\varepsilon}}{d \sqrt{d} \cdot f(\varepsilon)}, \quad (2)$$

$$\text{де } f(\varepsilon) = \frac{1}{\sqrt{1-\varepsilon}} (0.5000\varepsilon - 0.1250\varepsilon^2 + 0.2757\varepsilon^3 - 0.2082\varepsilon^4 + 0.0663\varepsilon^5 + 0.0048\varepsilon^6 + 0.0130\varepsilon^7 + 0.0160\varepsilon^8 + 0.0260\varepsilon^9); \quad \varepsilon = d/D; \quad (3)$$

$f(\varepsilon)$ - безрозмірна функція, яка враховує відносний розмір кільцевої тріщини в циліндричному зразку.

Для порівняння аналогічні експерименти проведено на циліндричних зразках $D=20$ мм з кільцевою тріщиною $\varepsilon = d_{mp}/D = 0,6$ мм в матеріалі основи цих сталей.

Одержані значення K_{1C} зведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Значення K_{1C} заливок і термонапружених сталей 35ГС і 25Г2С

№ п/п	Зварне з'єднання сталей із заправкою Св08Г2С	Температура нагріву T , °С	Межа міцності термонапружених сталей σ_B , МПа	Середня тріщиностійкість K_{1C} , МПа $\sqrt{м}$	
				заливок	сталей
1	35ГС	307	1030	108,2	185,7
2	25Г2С	310	1335	198,3	293,1

Із даних табл.1 видно зменшення до 30% тріщиностійкості (K_{1C}) заливок порівняно з основою досліджуваних сталей, що можна пояснити недосконалістю структури швів зварних з'єднань, (пори включення) та їх схильністю до крихкого руйнування, особливо для 35ГС з більшим вмістом вуглецю ніж у 25Г2С.

Перевагу за тріщиностійкістю (K_{1C}) заправки і сталі 25Г2С порівняно із заправкою і сталлю 35ГС можна пояснити підвищеною міцністю сталі 25Г2С (див. табл. 1).

Висновки. Запропоновано пристрій вертикального базування та закріплення циліндра для кругового заправлення кільцевої канавки, на зварювальному автоматі А-825М, що дозволило виготовити кільцевий шов з більш однорідною структурою для стикового зварного з'єднання в термонапруженій арматурі, а також схему осьового розтягу циліндричного зразка з кільцевою тріщиною, ініційованою у кільцевій заправці для ранжування за тріщиностійкістю (K_{1C}) стикових швів та термонапруженої арматури. Встановлено зниження до 30% тріщиностійкості (K_{1C}) шва порівняно з тріщиностійкістю (K_{1C}) сталей 35ГС і 25Г2С. Перевагу з точки зору тріщиностійкості (K_{1C}) шва і основи сталі 25Г2С порівняно зі швом і основою сталі 35ГС можна також пояснити її підвищеною міцністю та пластичністю.

Список літератури

1. Когут Н. С. Несущая способность сварных соединений / Н. С. Когут, М. В. Шахматов, В. В. Ерофеев. – Львов : Свит, 1991. – 184 с.
2. Шахматов М. В. Несущая способность сварных соединений с дефектами в твердых и мягких швах / М. В. Шахматов // Автоматическая сварка. – 1988. – № 6. – С. 14 – 16.

3. Шахматов М. В. Об оценке чувствительности механически неоднородных стыковых сварных соединений к щелевидному дефекту при вязком разрушении / М. В. Шахматов, В. В. Ерофеев, В. Н. Михайлов и др. // Сварочное производство. – 1985. – № 4. – С. 34 – 35.
4. Когут М. С. Тріщиностійкість конструкційних матеріалів та їх зварних з'єднань із наплавками / М. С. Когут, Н. М. Лебідь. – Львів : Арал, 2008. – 287 с.
5. Панасюк В. В. Об одном способе образования поверхностных осесимметричных трещин в цилиндрических образцах / В. В. Панасюк, С. Е. Ковчик, Н. С. Когут // Физико-химическая механика материалов. – 1972. – № 2. – С. 95 – 97.
6. Лучко Й. Й. Тріщиностійкість однорідних і неоднорідних стикових зварних з'єднань / Й. Й. Лучко, М. С. Когут, Я. А. Громко // Діагностика, довговічність та реконструкція мостів і будівельних конструкцій. – Львів : Каменяр, 2005. – Вип. 7. – С. 121 – 133.
7. Наплавочные материалы стран членов СЭВ : каталог. – К. : М., 1979. – 618 с.
8. Сварочная проволока марки Св-08Х20Н9Г7Т производства ОАО „Днепроспецсталь” / [К. А. Ющенко, Л. В. Чекотило, В. Г. Гордонный и др.] // Сварщик. – 2000. – С. 8 – 10.
9. Андрейкив А.Е. Пространственные задачи теории трещин / А.Е. Андрейкив, К. : Наук. думка, 1982. – 348 с.

Nikolai Kohut, Ruslan Humenyuk, Yaroslav Sholudko

Lviv National Agrarian University

Method of manufacturing ring seam cylinder and evaluation of its thermostressed and fittings by crack

A method of making an annular cylindrical sample seam welding machine modernized A-825M subject to vertical-based device and method for determining fracture toughness weld ring.

For example, studies of butt weld joints of steel reinforcing thermostressed 35HS and 25H2S on such samples is set to 30% reduction in fracture toughness (K_{IC}) weld metal in comparison with crack (K_{IC}) source of metal steel respectively due to the influence of residual stresses due to heating after welding.

Besides the advantage in terms of fracture toughness (K_{IC}) and weld steel bases 25H2S with respect to the basis and seam steel 35HS can be explained by its high strength and ductility.

surfacing, butt weld, weld, crack

Одержано 20.04.15

УДК 629.54

А.Ю. Лисих, канд. техн. наук

*Первомайський політехнічний інститут НУК ім. адмірала Макарова, Україна,
kobmargarita@mail.ru*

Механіка елементів хвильового рушія

Розглянуто метод числового розв'язання задачі коливання гнучкої пластини, що є складовою частиною рушія підводного робота. Для розв'язання задачі побудована система звичайних диференціальних рівнянь з нелінійними початковими умовами, порядок якої за допомогою перших інтегралів зменшений до дванадцяти. Розв'язки отримані модифікованим методом Коші із застосуванням методу продовження розв'язання за параметром. Наведено результати числових розрахунків.

рушій, гнучкий елемент, метод продовження за параметром, числове інтегрування

А.Ю. Лысых, канд. техн. наук

Первомайський політехнічний інститут НУК ім. адмірала Макарова, Україна

Механика элементов волнового двигателя

© А.Ю. Лисих, 2015